●復刻シリーズ●

3月号では，たまたま氏家，竹森の両氏がウィリアムソン型アンプの製作に取組まれ，その特徴や問題点に触れられています．

その記事にもありますように，D. T. N. ウィリアムソンによる「Design for a High-Quality Amplifier」と題する原論文は英『Wireless World』誌 1947 年 4，5 月号の 2 回にわたって発表され，大きな反響を呼びました．

さらにその 2 年後，ウィリアムソンは同じく『Wdreless World』誌の 1949 年 8 月号と 11 月号に「High-Quality Amplifier : New Version Part 1」と「……Part 2」を発表しています．

何しろ半世紀以上も前のこと．“ウィリアムソン”の名前は知っていても，原論文がどんなものであったか知る人はほとんどいないと思われるので，この機会に北野進氏の翻訳による 1950 年 3 月号の本誌の記事を“復刻シリーズ”として取り上げることにしました．

なお当時はコピー機などといった便利なものがなかったこともあって，本誌も含めて，すべて回路図は書き直されたもので，その正確さに疑問なしとしません．そこで，ここで改めて原論文のコピーによる回路図（1947 年発表のもの）を合わせてご紹介することにしました．

なお，1949 年発表の回路も追ってご紹介する予定です．（編）

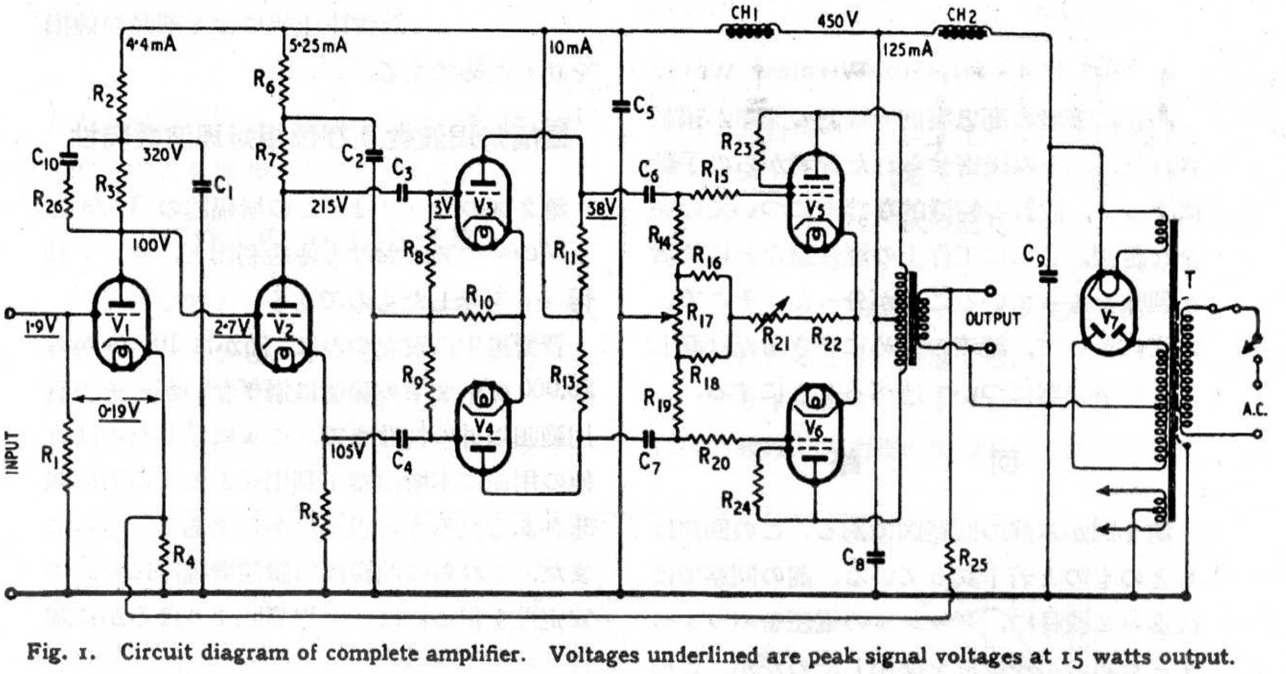


Fig. 1. Circuit diagram of complete amplifier. Voltages underlined are peak signal voltages at 15 watts output.

R_1	1MΩ	½ watt ± 20%
R_2	33,000Ω	1 watt ± 20%
R_3	47,000Ω	1 watt ± 20%
R_4	470Ω	½ watt ± 10%
R_5, R_7	22,000Ω	1 watt ± 5% (or matched)
R_6	22,000Ω	1 watt ± 20%
R_8, R_9	0.47MΩ	½ watt ± 20%
R_{10}	390Ω	½ watt ± 10%
R_{11}, R_{13}	47,000Ω	2 watt ± 5% (or matched)
R_{14}, R_{19}	0.1MΩ	½ watt ± 10%
R_{15}, R_{20}	1,000Ω	½ watt ± 20%
R_{16}, R_{18}	100Ω	1 watt ± 20%
R_{17}, R_{21}	100Ω	2 watt wirewound variable
R_{22}	150Ω	3 watt ± 20%
R_{23}, R_{24}	100Ω	½ watt ± 20%
R_{25}	$1,200\sqrt{\text{speech coil impedance}}$	½ watt (see table)
R_{26}	4,700Ω	½ watt ± 20%
C_1, C_2, C_5, C_8	8μF	500V wkg.
C_3, C_4	0.05μF	350V wkg.
C_6, C_7	0.25μF	350V wkg.
C_9	8μF	600V wkg.
C_{10}	200pF	350V wkg.
CH_1	30H at 20mA	
CH_2	10H at 150mA	
T	Power transformer	
Secondary 425-0-425V 150 mA, 5V. 3A, 6.3V 4A, centre-tapped		
V_1, V_2	2×L63 or 6J5, 6SN7 or B65	
V_3, V_4	do.	do.
V_5, V_6	KT66	V_7 Cossor 53KU, 5V4

OVERSEA SECTION

Wireless World 特約

HIGH-QUALITY AMPLIFIER ※

全世界に反響をよんだ

ウイリアムソンアンプ

By D. T. Williamson

この増幅器はウイリアムソンによって，始めて英誌 Wireless World（1947 年 4•5 月号）に発表され，全世界の関心を呼んだもので，それ以来ウイリアムソン増幅器とよばれている．

オーストラリヤの無線雑誌 "Radiotronics" は「高調波歪，混変調歪が絶無で，並外れた直線性を持つばかりでなく，そのわりに簡單である．今まで試みられた最良の増幅器である」と評している．本論文は原文に掲載された設計図（若干変っている）を再録し，特に注意すべき点を詳細に論じたものである．

1947 年 4・5 月号の Wireless World に筆者の高忠実度増幅器の記事が掲載されたが，その後寄せられた読者からの手紙によって，設計の特徴的な諸点についての完全な説明，さらに工作上の諸注意などに読者が興味をもっていることが分った．そこで，本文において，読者のためにできるだけ詳しくこの増幅器について述べることにする．

回　　路

第 1 図が本機の回路図である．この回路はもとのものと若干異っている．前の回路では後から 2 段目に，プッシュの電圧をバランスするための可変抵抗を使用したのだが，この段はカソード抵抗が共通で，バイパスしてないので自己バランス作用が大きく，そのような装置は必要ないから用いていない．

R_{26}，C_{10} から成立っている回路は増幅器の安定動作範囲をさらに高周波域にまで拡張するための移相回路である．この回路については，増幅器の安定度の項で後述する．

整流管には傍熱管を用いているが，これは増幅器のスイッチを入れたときの，一次的な電圧上昇による部品の破損を防ぐためである．

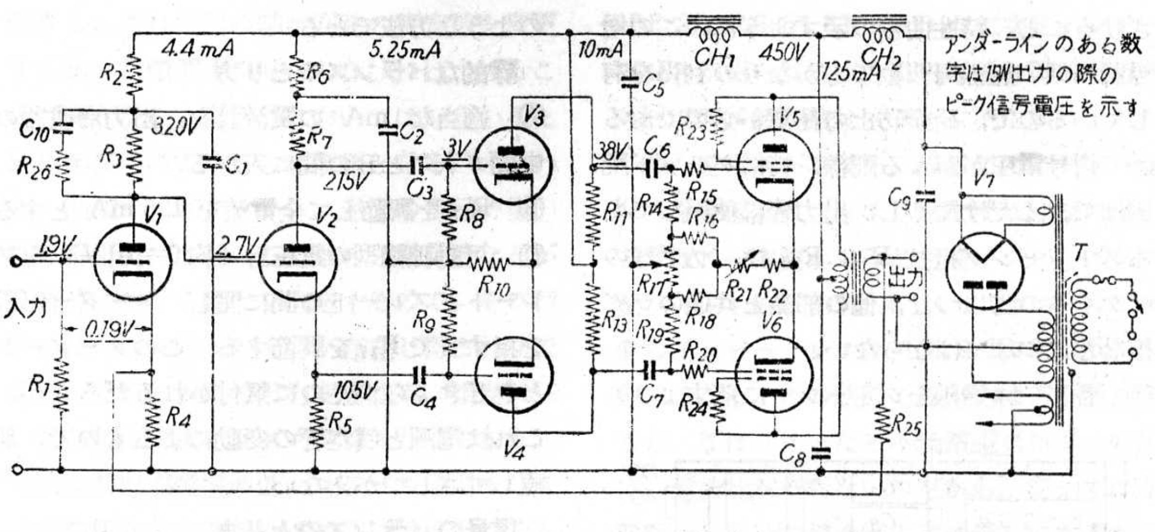
振幅対周波数及び位相対周波数特性

第 2 図のカーブは，この増幅器の 1 c/s と 1 Mc/s の間における傳送利得と，ループ利得 ※1 を示したものである．

音響再生に役立つのは，僅かに 10 c/s から 20,000 c/s までの範囲に過ぎないが，その有用範囲以外の特性まで，こゝに示したのは，他の用途に本増幅器を利用せんとする方に興味があるだろうと思ったからである．さらにまた，これらの曲線は負饋還増幅器において安定性を得るには，実用範囲よりはるかに離

※ "Wireless World" August, 1949

※1 **訳註** 負饋還増幅器において，入力電圧が A 倍に増幅されて出力に現われ，さらに負饋還回路によって，その β 倍が入力側に饋還されるまでの利得 $A\beta$ をループ利得という．本回路では V_1 のグリッドから R_4 までの利得に相当する．



R_1	1MΩ	±20%	1W	R_{15}，R_{20}	1KΩ	±20%	1W
R_2	33KΩ	〃	〃	R_{17}，R_{21}	100Ω		2W巻線型ポテンショメーター
R_3	47KΩ	〃	〃	R_{22}	150Ω	±20%	3W
R_4	470Ω	±10%	1W	R_{25}	1200×√ボイスコイル・インピーダンス（表を参照）		¼W
R_5，R_7	22KΩ	± 5%	1W	R_{26}	4.7KΩ	±20%	¼W
（信号がバランスするように調整してもよい）							
R_6	22KΩ	±20%	1W	C_1，C_2，C_5，C_8	8μF		500WV
R_8，R_9	470KΩ	〃	〃	C_3 C_4	0.05μF		350WV
R_{10}	390Ω	±10%	¼W	C_6 C_7	0.25μF		350WV
R_{11} R_{12}	47KΩ	± 5%	2W	C_9	8μF		600WV
（バランスするように適当な値をえらんでよい）							
R_{14}，R_{19}	100KΩ	±10%	1W	C_{10}	200PF		350WV

CH_1	30H	20mA
CH_2	10H	150mA
T	パワートランス 425－0－425V 150mA 5V，3A，6.3V（中心タップ付）4A	
V_1，V_2	2×6J5又は6SN7	
V_3，V_4	2×6J5又は6SN7	
V_5，V_6	KT66	
V_7	5V4	

訳註
KT66は英国オスラム社製ビーム管で，電流は若干多いが，6L6より大出力である．
Ep ＝ 400V
Esg ＝ 300V
Ec ≒－25V のAB₁プッシュで32Wの出力がえられる．

第1図—本機の全回路図と部品表

れた部分の特性を，慎重に調節しなければならないことを強調するためである．

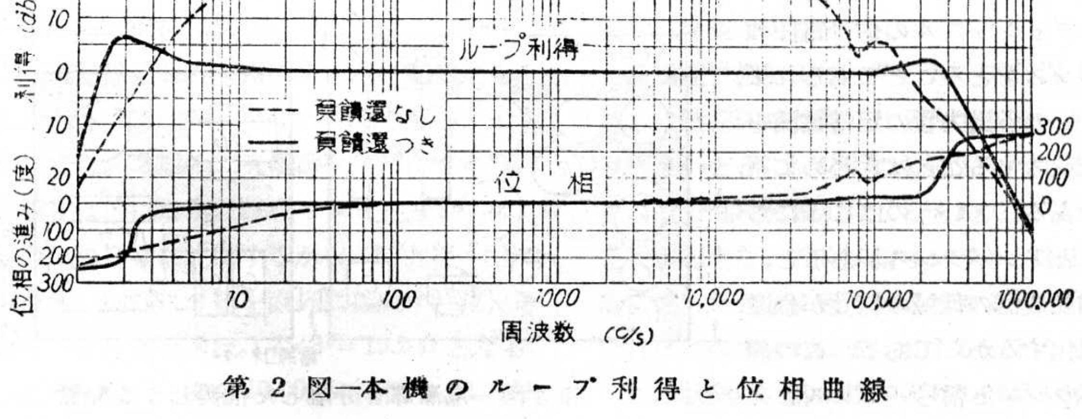
工作上の一般的な注意

この増幅器のレイアウトは二三の点に注意すれば，むずかしいものではない．いろいろ異った場合に應じて種々の組方ができる．最良の方法は，電源部と増幅部を別々のシャーシーに組むことで，こうすれば，この装置をキャビネットに入れるときにらくである．

注意すべき点は，次の通りである．

① アウトプット・トランスのコアをパワー・トランスと，主平滑チョーク(CH_2)のコアと直角になるように配置する．

② アウト・プット・トランスとスピーカーにゆく線は，入力側の配線からできるだけ遠



第2図—本機のループ利得と位相曲線

しかし，もし，筆者の設計通りにできているものならば，このR_{25}にコンデンサーを並列にした回路はこの増幅器を安定にはしないけれども筆者の設計から大きくズレている場合，例えば出力変成器の高音部特性が，設計のものとひどく違っている場合の発振などには役にたつかも知れない．この点は筆者にも何とも申しあげられないのである．

また，別の安定法として，出力管のカソード・バイアスのRCを別々に用いる方法が提唱されている．しかし，この方法は多くの欠点があり，筆者はおすゝめできない．かりに増幅器の低音部特性が損われぬように，バイアス回路の時定数を十分大きくしたとすればバイアス回路の位相歪がちょうど発振の起き易い危険区域に入って発振を起す．逆にこの現象を防ぐために，時定数を十分小にしたとすれば，低音の能力が低下する．プッシュプル出力管のカソード・バイアスを独立さすことは，増幅器の自己バランス作用を失わせ，特性の違う球を使うものならBラインに信号電圧が生じ，モーターボーディングを起こしてしまう．双方の球のプレート電流が，その製作会社の許容誤差内に入っていても，その喰い違いによるアンバランス電流は，出力変成器の性能を非常に低下させてしまう．

このような回路は，費用が大体同じようなものなので，経済的見地からもなんの取柄もない．もちろん，この方法がうまくゆかないで，止めなければならなくなった場合には，共通バイアスがこれを救ってくれる．

すでに，このタイプの増幅器を持っている人，またこれから作ろうとする人にお願いしておきたいのは，以上私が安定性について述べた事柄におじけづいてはならないということである．これは，偶然に不安定な状態が発生したという万一の場合に役立つように書いたのであって，読者がこの一文によって，負饋還増幅器は，全体として設計されなければならないものであって，一見なんでもないような些細な変更でも，その性能や安定度に甚大な影響を及ぼすものだということを知って頂ければ，それだけで私の意図は達せられるのである．このような変更は，自分の技術に確信のある人，そしてその結果を確める測定器をもっている人だけが試みるべきである．

附　　記

８組の３６Ω二次巻線を持つ出力変成器の設計をこゝに述べる．

巻線の方法　まず鉄芯は 28 A Super Silicon 鋼板（M&EA）*を使用する．スタック（かさねの厚さ）は $1^3/_4''$ である．

巻線は２分割で，全く同様の２つのボビンを使用する．ボビンは Paxolin 製，長さは両方とも $1^1/_2''$ で，内側寸法は $1^1/_4'' \times 1^3/_4''$ である．このボビンの上に，一次と二次の巻線をサンドイッチ巻きにする．

一次巻線は，５セクションに分ける．各セクションは５層で，１層ごとに SWG 30番のエナメル線を 88 回，全部で 440 回巻く．

各層間は２ミル（訳註，１ミルは$^1/_{1000}''$）のペーパーで絶縁する．

以上の５セクションの間に，４セクションに分けた二次巻線をはさんでサンドイッチにする．二次巻線の１セクションは２層で，１層あたり SWG 22番線を42回，計 84 回巻く．これも２ミルの層間絶縁紙を用いる．

各セクションの間は，５ミルのエンパイヤクロースを３層重ねたもので絶縁する．二次巻線は，全部ボビンの片側に引出すが，一次捲線は，巻線時に直列に接続し，１ボビンからは２本の引出線しか出さない．

こうしてできた２つのボビンは，その間に絶縁用チークとセンター・スペーサーをはさみ，片方のボビンを逆向きにして鉄芯を入れる．（なお，R_{23} と * は "Wireless World" に問合せ中です）　（訳……北野進）